

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ДЕРКАЧ ІРИНА ВАЛЕРІЇВНА**

УДК 664.863.063.94:635.13:547.979.8

**ТЕХНОЛОГІЯ  $\beta$  – КАРОТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТУ ТА  
ЗБАГАЧЕНИХ НИМ КОНСЕРВОВАНИХ ПРОДУКТІВ**

Спеціальність 05.18.13 - технологія консервованих продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса – 2003

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій, Міністерство освіти і науки України, та ДНДПКІ “Консервпромкомплекс”, Міністерство аграрної політики України.

- Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент  
**Тележенко Любов Миколаївна**, Одеська національна академія харчових технологій, доцент кафедри технології консервування;
- Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор  
**Павлюк Раїса Юріївна**, Харківський державний університет харчування та торгівлі, професор, завідувача кафедрою технології консервування
- кандидат технічних наук, доцент  
**Кожухар Володимир Васильович**, Полтавський університет споживчої кооперації України, доцент кафедри технології та організації харчових виробництв
- Провідна установа - Національний університет харчових технологій, кафедра процесів і апаратів харчових виробництв та консервування, м. Київ, Міністерство освіти і науки України.

Захист відбудеться “17” жовтня 2003 р. о 12<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 при Одеській національній академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розіслано “15” вересня 2003 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
доктор технічних наук, професор

Гапонюк О.І.

1

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Останнім часом приділяють велику увагу канцеропротекторним властивостям каротину, в особливості  $\beta$  – каротину, та перспективі його використання для профілактики різних захворювань. Каротиноїди у вигляді концентрату застосовують як для збагачення, так і для забарвлення харчових продуктів.

У даний час розроблено та випускається ряд препаратів каротину на масляній основі. Використання таких концентратів для збагачення консервованої продукції, що має попит, обмежено з причини поганої сумісності жирів з водною фазою. Домінуюче положення у харчовому виробництві зайняло застосування синтетичних барвників. Їх розповсюдження та небезпека обумовили необхідність суворої гігієнічної регламентації. Концентрати каротину, що виробляють мікробіологічним шляхом, за результатами останніх досліджень не рекомендовано до використання у харчовій промисловості. Це обумовлено тим, що розпад продуктів життєдіяльності мікроорганізмів призводить до накопичування в організмі людини речовин, які з часом виявляють токсичні властивості. Саме тому стає проблема натуральності та безпеки отриманих каротинових концентратів.

Використання у якості барвників натуральних пігментів (вилучених з рослинної сировини) для соків та соковмісних напоїв, дозволить підвищити їх товарний вигляд, біологічну цінність та надати цим продуктам профілактичного призначення. Існуючі водорозчинні форми каротинових концентратів мають слабку диспергуємість та розчинність, що ускладнює їх застосування для напоїв та інших продуктів зі значним об'ємом водної фази. Тому концентратам каротину, вилученим з рослинної сировини, необхідно надати більшу спорідненість з водною фазою при забезпеченні збереження біологічної активності. Таким чином, отримання натурального каротинового концентрату з підвищеною водорозчинністю, у якому превалює біологічно активна форма каротину, є актуальним, а виробництво збагачених каротином продуктів харчування є одним з перспективних напрямків.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Робота виконана у відповідності з держбюджетною тематикою науково-дослідних робіт ОНАХТ (“Розробка технологій

поліфункціональних добавок та харчових продуктів загального лікувально-профілактичного призначення” № 0197 У 016055), та згідно договору 54/18 від 02.01.2002 р. „Розробка методів поліпшення якості мікробіологічної стабільності та гарантії безпеки продуктів дитячого харчування” за пунктом календарного плану „Розробка проекту стандарту на метод визначення  $\beta$  – каротину в консервованих продуктах”.

Автором вивчені властивості каротиноїдів, а також запропоновано спосіб їх вилучення у вигляді комплексів з ліпшою диспергуемістю у водному середовищі.

**Мета і задачі досліджень.** Розробка технології водорозчинного  $\beta$  – каротинового концентрату з заданими властивостями (шляхом перебудови природного каротинового комплексу).

## 2

У зв'язку з цим були визначені такі задачі:

- надати загальну характеристику сировини, та обґрунтувати режими отримання концентрату з позиції збереження каротину;
- науково обґрунтувати механізм перебудови природного білок – каротинового комплексу на новий білковий носій;
- встановити кількість білку, що додається, для повного зв'язування каротину при його вилученні методом теплового удару;
- визначити динаміку змін форм каротину у процесі отримання та зберігання концентрату;
- дослідити роль основних біополімерів сировини у ході перебудови каротинових комплексів;
- розробити технологію каротинових концентратів на олігомерному білковому носії;
- визначити кількість, спосіб внесення та сумісність каротинового концентрату при збагаченні ним промислової продукції;
- навести економічну ефективність розробленої технології.

*Об'єкт дослідження* – каротин та його структурні зміни у процесі вилучення каротинового концентрату з морквяного соку для збагачення ним консервованої продукції;

*Предмет дослідження* – механізм перебудови каротинових комплексів в процесі вилучення їх методом теплового удару за участю гідрофільних олігомерних білків–носіїв у ролі комплексоутворювача.

*Методи досліджень* – з метою вивчення властивостей каротину, отриманого у вигляді концентрату, застосовували сучасні хімічні, фізичні, математичні та аналітичні методи досліджень.

### **Наукова новизна одержаних результатів:**

- розроблено нову технологію каротинового концентрату підвищеної водорозчинності з високим вмістом пігменту;
- обґрунтовано сортовідбір сировини, умови її зберігання та попередньої підготовки;
- обґрунтовано та здійснено підбір білку–носію для перебудови природного комплексу;
- досліджено вплив фізико–хімічних властивостей гідрофільних білків сої та натурального білку курячого яйця на властивості отриманих комплексів;
- обґрунтовано застосування розробленого концентрату в консервованій продукції, встановлено кількість та спосіб його внесення;
- показано стабільність каротину та зміни його форм у процесі переробки сировини на концентрат і при зберіганні.

Наукове положення. Показана можливість отримання водорозчинного комплексу  $\beta$ -каротину шляхом переносу каротину на гідрофільний білок–носіє, який впливає на структуру та фізико–хімічні характеристики отриманих концентратів.

### 3

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі експериментальних та теоретичних досліджень розроблено технологію  $\beta$ -каротинового концентрату підвищеної водорозчинності з морквяної сировини, визначена кількість концентрату, яка необхідна для внесення у консервовані продукти з метою їх збагачення, НТД (ТУ та ТП) для промислового виробництва.

**Особистий внесок здобувача.** Проведено теоретичні та експериментальні дослідження процесів накопичування, розподілу, вилучення та концентрування  $\beta$ -каротину, обґрунтування теорії комплексоутворення каротину з біополімерами морквяного соку, дослідження якості каротинових концентратів при зберіганні та після введення у консервовану продукцію, що збагачується, а також обґрунтування і публікація отриманих результатів, розробка технології і нормативно–технічної документації.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи обговорювалися та були схвалені на кафедрі технології консервування ОНАХТ, а також на 57 – й науковій конференції ОДАХТ (м. Одеса, 1997 р.), на Міжнародній науковій конференції “Екологія людини і проблеми виховання молодих вчених”, присвяченій пам’яті академіка Б.Л. Флауменбаума (м. Одеса, 1997 р.), на 62 – й науковій конференції ОДАХТ (м. Одеса, 2002 р.) та на 63 – й науковій конференції ОНАХТ (м. Одеса, 2003 р.).

**Публікації.** За результатами досліджень по темі дисертаційної роботи опубліковано 5 наукових робіт, у тому числі 2 у наукових працях ОДАХТ і 2 у наукових журналах.

Достовірність отриманих результатів, висновків та рекомендацій забезпечена застосуванням сучасних методів досліджень та приладів, а також методів математичної обробки і підтверджується адекватністю результатів лабораторних досліджень і випробувань.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Містить 24 рисунка (10 сторінок), 46 таблиць (25 сторінок), 3 додатка (52 сторінки). Список літератури складається із 183 бібліографічних джерел (15 сторінок). Загальний обсяг роботи 220 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі обгрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та задачі досліджень, наукове положення, проілюстровано новизну та практичне значення роботи.

У першому розділі надана характеристика рослинної сировини; показане розповсюдження каротиноїдів у природі та місце розташування у клітині і особливості накопичення каротину; наведені приклади природних ізомерів та їх біологічна роль; приведено залежність стійкості каротиноїдів від дії світла, температури, кисню, тривалості зберігання; показані механізми руйнування  $\beta$ -каротину у рослинній сировині та організмі людини; а також способи отримання каротинових

4

концентратів та їх характеристика. Розглянута міжмолекулярна взаємодія каротиноїдів рослинної сировини; хімізм утворення комплексних сполук та їх структура.

В другому розділі “Об’єкти і методи досліджень” обгрунтовано вибір об’єкту дослідження та лабораторного обладнання. Надана схема методологічної основи та взаємозв’язку етапів роботи по розробці технології каротинового концентрату (рис. 1). Наведено перелік використаних методів досліджень. Робота виконувалась в лабораторіях кафедри технології консервування, в проблемній науково-дослідній лабораторії ОНАХТ, а також на базі лабораторій ДНДПКІ “Консервпромкомплекс”.

Для досліджень було обрано моркву сорту “Консервна”, а у ролі комплексоутворювача – соєвий білок та білок курячого яйця. При вивченні ступеню руйнування, та форм каротину використовували ГОСТ на визначення каротину, та методику запропоновану Кудрицькою, а для визначення форм каротину – методику Григорьєвої. Вивчення показників якості сировини та готових концентратів проводили

загально прийнятими методами. Для визначення режиму проведення теплового удару використали симплексний метод оптимізації процесу.

Побудовано граф взаємозв'язків температур у камері зберігання сировини, та розроблено математичну модель, яка дозволяє аналізувати температуру у камері в залежності від температури навколишнього середовища та інших факторів.

**В третьому розділі** надана сортова характеристика коренеплоду моркви “Консервна” у порівнянні з іншими сортами, та наведені дані найбільш характерних показників якості коренеплодів (рис. 2).

У моркві сорту “Консервна” масова частка каротину вище ніж у інших сортах у 1,5...2 рази. Інші біохімічні показники моркви цього сорту також кращі.

Встановлено хімічний склад моркви сорту “Консервна” як по коренеплоду в цілому, так і окремо по корі та серцевині (табл.1).

Таблиця 1

Хімічний склад моркви сорту “Консервна”

Показники	Вміст по коренеплоду		
	Морква	Кора	Серцевина
Сухі речовини, %	13,65 ± 0,23	13,96 ± 0,30	13,34 ± 0,04
Сухі розчинні речовини, %	10,84 ± 0,17	11,21 ± 0,11	10,47 ± 0,20
Сахари, %	10,56 ± 0,12	10,98 ± 0,01	10,15 ± 0,20
Клітковина, %	1,60 ± 0,02	1,40 ± 0,02	1,80 ± 0,02
Білок, %	1,40 ± 0,02	1,75 ± 0,02	1,05 ± 0,02
Органічні кислоти, %	0,21 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,24 ± 0,01
Пектинові речовини, %	0,62 ± 0,01	0,75 ± 0,01	0,48 ± 0,01
Каротин, мг на 100 г	12,84 ± 0,12	17,05 ± 0,21	8,63 ± 0,08

5

Отримані результати доводять, що максимум  $\beta$ -каротину міститься у корі та основі росту коренеплоду. Масова частка каротину у цих частинах перевищує середній вміст по коренеплоду на 20...30 %.

Досліджена зміна вмісту каротину у сировині в залежності від сезону. На підставі цього була доведена необхідність зберігання сировини без втрат каротину та енергії. Розроблено математичну модель температур у складському приміщенні:

$$T_1 = T_8 e^{-\frac{t}{\beta}} + e^{-\frac{t}{\beta}} \left[ \frac{1}{\beta q_0 V} \int_0^t Q_0(t) e^{\frac{t}{\beta}} dt + \frac{1}{\beta} \int_0^t T_6(t) e^{\frac{t}{\beta}} dt \right]$$

(1)

де  $T_8$  – початкова температура в камері зберігання,  $T_6$  – зовнішня температура,  $T_1$  – рекомендована температура в середині камери,  $Q_0$  – холодильна потужність,  $q_0$  –

характеристика теплових потоків у камері з визначеним об'ємом,  $v$  – характеристика огорожень (коефіцієнт акумуляції),  $V$  – об'єм або маса повітря у камері,  $t$  – тривалість.

Визначена динаміка каротиноїдів (рис. 3) та їх ізомерних форм у сировині та каротинових концентратах при зберіганні ( $T = -18^\circ\text{C}$ ).

Отримані дані показують, що стійкість каротину у розроблених концентратах наближається до його стійкості у сировині, та на 20 % вище ніж у концентратах, отриманих по існуючій технології. Також встановлена стабільність активних ізомерних форм каротину у процесі його вилучення з сировини.

На підставі отриманих закономірностей накопичення та зміни розподілу нітратів по коренеплоду, а також їх перерозподілу по фракціях у процесі переробки моркви, показана екологічна безпека розроблених каротинових концентратів.

**В четвертому розділі** наведено теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження процесу перебудови природного каротинового комплексу у білок – каротиновий концентрат з підвищеною водорозчинністю.

Встановлено, що необхідною умовою збільшення споріднення концентрату з водою є перенос каротину на гідрофільний білок–носій.

З метою експериментального підтвердження переносу каротину на введений білковий носій визначали швидкість седиментації часток зразків при центрифугуванні ( $10000\text{ c}^{-1}$ ) (рис. 4). Комплекси обробляли органічним розчином. При збільшенні молекулярної маси комплексу білок – каротинового концентрату (завдяки перебудові природного коагуляту), швидкість седиментації збільшується майже у два рази в порівнянні з показником для природного коагуляту.

Комплексоутворююча здатність білку залежить від ступеню його денатурації під впливом температури (теплого удару). Режим коагуляції визначено за допомогою симплексного методу

6

оптимізації процесу ( $T = 70 \pm 1^\circ\text{C}$ ;  $\tau = 1,8 \pm 0,5\text{ хв.}$ ). Для розрахунку значення факторів експерименту  $X_{ij}$  використовували наступну формулу:

$$X_{ij} = \frac{2}{k} \left[ \sum_{j=1}^{k+1} X_{y_j} - X_{y^*} \right] - X_{y^*}, \quad (2)$$

де  $X_{y_j}$  - значення результатів експерименту;  $X_{y^*}$  - значення і - найгіршого результату в

експерименті j; k – кількість факторів експерименту. Оптимізацію проводили до досягнення стаціонарної області.

Проведено дослідження споріднення каротиноїда та білку в залежності від природи останнього. Розраховано ступінь гідрофобності кожного білку. За отриманими показниками досліджених білків та гіпотезою про визначальну роль гідрофобних взаємодій, встановлено форми білкових молекул. Для морквяного соку – витягнута глобула, для соєвого білку та білку курячого яйця – правильна глобула (табл.2).

Отримані дані доводять, що при введенні білку – носію до соку у процесі теплового удару відбувається структурна перебудова. Показано, що соєвий білок та білок курячого яйця приблизно схожі за структурою та електронною взаємодією з каротином, в той час як нативний білок морквяного соку відрізняється за цими показниками, що визначає різні фізичні властивості білків та комплексів (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика білків – носіїв

Зразок	Вміст білку, %	Ступінь гідрофобності	К дис.10 <sup>-1</sup>	Тип молекули, коеф. Фішера	pH	ІЕД	Кількість вносимого білку, %	Повнота зв'язування каротину, %
Соєвий білок (гідромодуль 2,8 : 1)	11,28	0,34	3,34 (5,8*)	глобула 1,22	7,35	4,75	0,46 (0,2*) 0,69 (0,3*) 0,38 (0,6*)	89,0 92,6 100,0
Білок курячого яйця	11,03	0,26	12,44	глобула 1,31	9,65	5,90	0,2 0,7 1,2	97,4 97,8 100,0
Нативний білок морквяного соку	0,7	0,47	84,75	Витягнута глобула 2,145	6,51	7,40	Є у соку 0,7	86,5

(\* - для не розведеного соєвого концентрату)

Виходячи з констант дисоціації оцінювали споріднення каротину до білків. Чим менше значення константи дисоціації, тим споріднення ліганду та білку більше, що пояснює більшу реакційність введених білків.

Структура комплексного сполучення залежить від властивості білку зв'язувати певну кількість молекул каротину. На основі отриманих результатів встановлено, що соєвий білок та білок курячого яйця є олігомери, а нативний білок морквяного соку – протомер.

Структура комплексного концентрату функціонально пов'язана з його хімічним складом. Крім білку комплексоутворювачами каротину є пектинові речовини та целюлоза. Визначено їх вплив на ступінь концентрування каротину при обробці ферментами (пектофоеїдином та целоверидіном). Динаміку руйнування каротину у сировині та концентратах при зберіганні на протязі 3 місяців у холодильній камері наведено у табл.3.

Таблиця 3

Вміст каротину в сировині та концентратах при їх зберіганні

Назва	Вміст каротину, мг % або у % до контролю						
	Контроль	Місяці					
		1	Втрати, %	2	Втрати, %	3	Втрати, %
Сировина	4,66	4,60	1,3	4,60	1,3	4,59	5,1
Природний комплекс (коагулят)	24,60	21,62	12,1	18,12	26,3	18,08	26,5
Комплекс каротин – целюлоза – нативний білок	9,73	9,15	6,0	8,20	15,7	8,16	16,1
Комплекс каротин -пектин– нативний білок	11,59	10,27	11,4	10,08	13,0	10,02	13,5
Комплекс на ячному білку	78,15	77,95	0,3	77,75	0,5	77,65	0,6
Комплекс на соєвому білку	105,35	105,05	0,3	105,00	0,9	105,00	0,9

Аналіз даних досліджень показав недоцільність вилучення окремих біополімерів з комплексу, так як це впливає на повноту зв'язування каротину. Встановлено, що на долю вуглеводних біополімерів припадає від 30 до 40 % зв'язаного каротину. Наявність незв'язаного каротину у концент-

ратах та значної кількості вільних форм вологи супроводжується суттєвими втратами каротину (від 13 до 26 % за 3 місяці зберігання).

Стійкість каротину визначена також за питомим вмістом подвійних активних зв'язків при зберіганні комплексів у холодильній камері при температурі мінус 18 °С на протязі 3 місяців

(табл. 4).

Таблиця 4

Питомий вміст активних подвійних зв'язків у вуглецевому скелеті каротина, при зберіганні комплексів, (л = 340 нм)

Назва	Питомий вміст зв'язків						
	Початковий	Термін зберігання, місяці					
		1	% втрати до початку	2	% втрати до початку	3	% втрати до початку
Сировина	3,17	3,15	0,6	3,15	0,6	3,13	1,3
Природний концентрат	3,05	2,00	34,4	1,44	52,8	1,28	58,0
Концентрат білок-каротин-пектин	2,35	1,73	26,4	1,62	31,1	1,25	46,8
Концентрат білок-каротин-целюлоза	1,69	1,10	35,0	1,00	41,0	0,88	48,0
Комплекс на соєвому білку	3,17	3,16	0,3	3,16	0,3	3,16	0,3

Аналіз даних показав, що інтенсивність витрачання подвійних зв'язків у вуглецевому скелеті каротина вище для природного комплексу, а також у комплексах без введеного білкового носію та вуглеводних полімерів. Це пояснюється прискоренням процесів ізомеризації та руйнування зв'язків незв'язаних форм каротину.

У п'ятому розділі наведена технологічна схема переробки моркви на каротиновий концентрат підвищеної водорозчинності (рис.5), з введенням визначеної кількості білків, необхідних для повного зв'язування каротину у комплекс (0,6 % соєвого білку, та 1,2 % білку курячого яйця).

Наведено результати досліджень якості отриманих каротинових концентратів за існуючою та запропонованою технологіями. Характеристику якості каротинових концентратів визначали за трьома параметрами: хімічний склад концентратів, сумісність концентратів з водним середовищем та відсутність шкідливих факторів для здоров'я людини.

Порівняння параметрів якості каротинвмісних продуктів вказує на значне поліпшення основних показників у отриманих концентратах. Масова частка каротину у розроблених концентратах вище ніж у природному коагуляті у 3...4 рази.

Вивчення характеру диспергуємості каротинових концентратів дозволило зробити висновок, що отримані каротинові концентрати є воднодиспергованими, а ті, що виробляють у промисловості — ні (рис.6).

При внесенні отриманих за новою технологією концентратів у соки розчинність зростає майже до 100 %. Розшарування системи не зафіксовано.

Важливим є спосіб зберігання концентратів до моменту внесення їх в збагачувану продукцію. Нами застосовано зберігання концентрату заморожуванням. За результатами досліджень встановлено, що після 6 місяців зберігання концентрату при температурі мінус 18 °С, вміст каротину у концентратах на введених білках залишається незмінним.

Слід відмітити, що після розморожування розчинність концентратів у соках та нектарах не погіршується (рис.7). Відсутність видимих змін у спектрі каротину є показником якості концентрату при зберіганні його при низьких температурах.

Запропоновано використання розроблених концентратів у ряді консервованих продуктів з метою їх збагачення каротином. Надано перелік можливої для збагачення продукції, та розроблена рецептура кінцевого продукту за допомогою симплексного методу розв'язання задач лінійного програмування (ЗЛП).

Для проведення розрахунку використано модель ЗЛП по оптимізації рецептур соків, збагачених каротиновим концентратом. Модель базується на багатокомпонентній системі (декількох соків та концентрату каротина), та може бути наведена у вигляді цільової функції:

$$Z(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_nx_n \rightarrow \max, \quad (3)$$

де  $x$  – це складові частини,  $c$  – частка кожної зі складових. Наприклад, для персиково – яблучного соку з каротином, при використанні концентрату з масовою часткою каротину 163 мг %, цільова функція  $Z(x)$  складає  $3,3 \times 10^{-2}$  %. При введенні певного обсягу обмежень можливо прогнозувати будь – які купажі (коктейлі, соки тощо), збагачені каротиновим концентратом, орієнтуючись перш за все на необхідний вміст каротину у готовому продукті. Адекватність розрахункових та експериментальних досліджень підтверджують отримані дані і акт дегустації на виготовлену консервовану продукцію.

Цінність каротинових концентратів та продукції, збагаченої ним наведена у табл.5. та 6.

Таблиця 5

Цінність отриманих каротинових концентратів у порівнянні з існуючим

Показники	Коагулят морквяного соку	Концентрат β – каротину на білку курячого яйця	Концентрат β – каротину на соєвому білку
Вихід каротину зі 100 г соку, мг	4,4	10,0	10,43
Вміст каротину в 100 г концентрату, мг	max 70	119...150	140...200

Вміст каротину у концентраті, отриманому за існуючою технологією, як правило, складає від 30 до 40 мг %. У розроблених концентратах масова частка каротину значно вище. Покращується кольорова характеристика збагаченого продукту та поліпшується його біологічна цінність (табл. 6).

Таблиця 6

Біологічна цінність яблучного соку, збагаченого каротиновим концентратом

Сік	Сухі речовини, %	Білки %	Сахари %	Органічні кислоти, %	Мінеральні речовини, мг %						Вітаміни, мг %	
					Na	K	Ca	Mg	P	Fe	C	Каротин
Незбагачений	22,5	0,4	11,3	0,3	2,6	124,0	12,0	6,0	11,0	1,5	2,0	Сл.
Збагачений	22,9	0,7	11,5	0,3	2,7	125,3	12,8	7,3	12,0	1,6	2,0	3,7

На останньому етапі роботи на підставі результатів експериментально – виробничих досліджень (дослідна партія виготовлена на експериментальній базі інституту “Консервпромкомплекс”) було розраховано економічний ефект від впровадження розробленої технології, який підтвердив ефективність та доцільність рекомендованої технології каротинового концентрату на білковому носії. Необхідні капітальні вкладення склали 82285,2 грн., термін окупності

2,35 року. Розрахунковий економічний ефект при збагаченні соків каротиновим концентратом, виготовленим згідно ТІ та ТУ У № 15.3-02071062-009-2002, складає 288 гривень на 1 т готової продукції.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що для одержання каротинового концентрату необхідно використовувати моркву сорту “Консервна” з вмістом каротину в середньому від 10 мг до 20 мг на 100 г сировини, технічної стадії зрілості протягом 2...3 місяців після збирання врожаю. Розроблено математичну модель температурного процесу зберігання сировини, що дозволяє запобігти втрат каротину та енергоресурсів.

11

Показано нерівномірний розподіл каротиноїдів з переважним заляганням пігментів у корі та основі росту, яке перевищує середній вміст по коренеплоду на 20...30 %. Очищення коренеплодів здійснювати у паротермічному апараті за режимом  $P = 0,5...0,7$  МПа;  $T = 130...169$  °С;  $\phi = 10$  сек., для кожної партії сировини, відібраної за розмірами.

2. Встановлено, що зв'язування каротину залежить від форми білку – комплексоутворювача. Нативний білок моркви є протомерним, гідрофобним і має вигляд витягнутої глобули. Білки курячого яйця і сої – олігомерні, гідрофільні і мають форму правильної глобули. Форми глобул та гідрофобність білків (нативного, сої, курячого яйця відповідно 0,47; 0,34; 0,26) впливають на перебудову каротинових комплексів.

3. В якості білку-носія необхідно використовувати натуральний білок курячого яйця або білок соєвого знежиреного концентрату в кількості 1,2 % і 0,6 % відповідно. Для повного зв'язування каротину в момент теплового удару перед коагуляцією в сік (підігрітий до 40 °С) вводять білок-носії каротину. Коагуляцію здійснюють за режимом:  $T = 70 \pm 1$  °С, і  $\phi = 1,8 \pm 0,5$  хв. з наступним охолодженням до 4...5 °С на протязі 10 хв.

4. Встановлено, що білок – каротинові комплекси, одержані за новою технологією, стійкі до зміни форм каротину. Під час технологічної обробки і зберігання перехід трансформи в цис-форму не перевищує 1 %, що вказує на стабільність біологічної активності каротину у комплексах. Питомий вміст активних подвійних зв'язків у природному концентраті зменшується до 60 % від початкового, а у отриманих білок – каротинових концентратах майже не змінюється.

5. Доведено, що у комплексоутворенні з каротином приймають участь вуглеводні біополімери сировини: пектинові речовини і целюлоза (та геміцелюлози). Виводити їх з соку ферментативною обробкою недоцільно, бо це призведе до зменшення масової частки каротину у концентраті, а також відіб'ється на стійкості каротину при зберіганні

отриманих концентратів (втрачається весь незв'язаний каротин – 26 % від загального каротину соку, та від 30 до 40 % зв'язаного каротину).

6. Розроблено технологію каротинового концентрату, яка містить попередню підготовку моркви, відділення соку з підвищеним вмістом каротину на фільтруючих центрифугах або декантерах, введення олігомерного гідрофільного білка - носія, коагуляцію методом теплового удару з морквяного соку, центрифугування і консервування концентрату швидким заморожуванням. Запропонований спосіб відокремлювання соку у порівнянні з пресуванням дозволяє збільшити вихід соку: з 50 % до 70 %, а вміст каротину з 4...6 мг/100 г до 16...17 мг/100 г. Розроблено нормативно-технічну документацію на виробництво каротинового концентрату на білковому носію (ТІ та ТУ У 15.3 – 02071062 – 009 – 2002). Отримано висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 5.10/44557 від 11.12.2002. Держреєстрація № 095/004944 від 18.02.2003.

## 12

7. Розроблено методику розрахунку рецептурної кількості компонентів купажу. Додаток водорозчинного концентрату до соків в кількості 3,5...4 % дозволяє підвищити вміст  $\beta$  - каротину у 2...3 рази, поліпшити кольорові характеристики за визначаючою довжиною хвилі на 20...100 %.

8. Шляхом розрахунків показано економічну доцільність та господарчу ефективність впровадження розробленої технології. Термін окупності складає 2,35 роки з моменту запуску технології у виробництво.

### **ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Коренная И.В. Разработка технологии каротинового концентрата из моркови / И.В. Коренная, Л.Н. Тележенко, А.Т. Безусов // Науч. тр. междунард. конф. “Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых”. – Одесса. - 1997.- Ч. 2. – С. 196 – 198.

Автором зроблено аналітичний огляд проблеми технології каротинового концентрату, визначені фізико–хімічні характеристики сировини.

2. Терновський В. Температура і збереження сировини / В. Терновський, І. Корінна // Харчова і перероб. пром-сть. – 1998. - №4.- С. 26.

Автором обґрунтована необхідність збереження сировини та умови стабілізації показників якості на протязі зберігання.

3. Корінна І.В. Комплексна технологія переробки моркви з метою отримання каротинових концентратів / І.В. Корінна, Л.М. Тележенко, О.В. Коваленко // Наук. пр. ОДАХТ. - 1999. – Вип.19. – С. 88 – 91.

Автором проведено експериментальні дослідження розподілу каротину по коренеплоду моркви, розчинності комплексних концентратів, запропонована технологічна схема.

4. Галкіна С.М. Технологія фракціонування моркви для одержання харчових продуктів певної якості / С.М. Галкіна, Л.О. Стоянова, Н.О. Ракуленко, І.В. Корінна // Наук. пр. ОДАХТ. - 2001. – Вип. 22. – С. 29 – 31.

Автором визначена залежність вмісту каротину від виходу соку, проведено дослідження мінерального складу та фізико-хімічних показників продуктів на основі морквяного соку.

5. Тележенко Л.Н. Образование биополимерных комплексов с каротином как способ его выделения и концентрирования / Л.Н. Тележенко, И.В. Коренная // Холодил. техніка і технологія. – 2002.- Вип. 2. – С. 66 – 68.

Автором обгрунтовано необхідність внесення білків – носіїв з метою перебудови комплексу для поліпшення вилучення каротину з соку. Надані основні характеристики білків-носіїв та зроблено висновки.

#### **АНОТАЦІЯ.**

Деркач І.В. Технологія  $\beta$ -каротинового концентрату та збагачених ним консервованих продуктів. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13-технологія консервованих продуктів. - Одеська національна академія харчових технологій. Одеса. 2003.

Дисертація присвячена питанням дослідження розподілу каротину у морквяній сировині, застосування гідрофільних, олігомерних білків-носіїв, обгрунтування підбору білків-носіїв з огляду їх фізико-хімічних властивостей, визначення участі біополімерів у процесі комплексоутворення та технології отримання водорозчинного концентрату каротину з морквяного соку шляхом перебудови каротинового коагуляту. Отримано математичну модель температур в камері зберігання коренеплодів моркви з метою запобігання псування сировини і втрат каротину. Розроблена технологія каротинового концентрату, запропоновано режими внесення та кількість білків-носіїв під час вилучення

каротину з морквяного соку. Надано перелік продуктів, які можна збагачувати каротиновим концентратом. Розрахована рецептурна кількість компонентів купажу. Приведено техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології каротинового концентрату.

**Ключові слова:** каротин, гідрофільний, олігомерний, білок-носій, біополімери, технологія, каротиновий концентрат, каротиновий коагулят, модель температур, вилучення, збагачення.

### АННОТАЦІЯ.

Деркач І.В. Технологія β-каротинового концентрата і обогачених им консервованих продуктів. - Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13-технология консервованных продуктов.- Одесская национальная академия пищевых технологий. Одесса. 2003.

Диссертация посвящена исследованию распределения и накопления каротина в корнеплоде моркови; изучению различных форм каротина и их количественного соотношения в зависимости от сорта корнеплода, установлению условий хранения и способов переработки сырья; обоснованию подбора белков-носителей с точки зрения их физико-химических свойств; разработке технологии водорастворимого каротинового концентрата путем перестройки природного каротинового комплекса (коагулята) в процессе введения гидрофильных олигомерных белков-носителей. Показано участие природных биополимеров в процессе комплексообразования с каротином, определено их влияние на степень концентрирования каротина и устойчивость его форм при хранении полученных комплексов. Доказано, что выведение природных биополимеров из получаемых комплексов не целесообразно. Разработана математическая модель температур в камере хранения сы-

14

рья, анализ которой позволяет избежать потерь каротина и энергии. Уточнен режим очистки моркови в паротермическом аппарате ( $P=0,5...0,7$  МПа;  $T=130...169$  °С;  $\tau = 10$  сек.), что позволяет не ухудшая качества очистки корнеплодов снизить потери каротина, находящегося преимущественно в подкорковом слое корнеплода. Установлено количество белка вносимого в сок в процессе извлечения каротина и режим процесса коагуляции сока ( $T=70 \pm 1$  °С и  $\tau = 1,8 \pm 0,5$  мин.), что позволяет достичь 100 % связывания пигмента вводимыми белками. Исходя из полученных характеристик продукта (рН 5,5; сухие вещества 20 %, пастообразная консистенция) предложен способ консервирования β-

каротинового концентрата замораживанием. Получена нормативно – техническая документация на производство каротинового концентрата на белковых носителях, обоснованы сроки и условия хранения полученного концентрата. Приведена методика расчета рецептуры купажей (используя компьютерную программу “EFFEKT.EXE”), при обогащении соков каротиновым концентратом. Проведена оценка экономической эффективности предложенной технологии, которая показала незначительное увеличение ориентировочной цены обогащенных соков по сравнению с не обогащенными. Однако при условии достижения одинакового количества каротина в продукте, ориентировочные цены соков обогащенных каротиновым концентратом, полученным по разным технологиям, существенно разнятся. При инвестировании капитальных вложений в размере 82285,2 грн., срок окупаемости разработанной технологии составляет 2,35 года. Расчетный экономический эффект при обогащении соков разработанным каротиновым концентратом составляет 288 грн. за 1 т готовой продукции.

**Ключевые слова:** каротин, гидрофильный, олигомерный, белок-носитель, биополимеры, технология, каротиновый концентрат, каротиновый коагулят, модель температуры, извлечение, обогащение.

#### THE SUMMARY.

Derkach I.V. Technology carotene of a concentrate and canning foods, enriched with it. - Manuscript.

Thesis on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.18.13 – canning technology of food.- Odessa national academy of food process engineering's. Odessa. 2003.

The dissertation is devoted to questions of examination of allocation of carotene in raw material, technology of reception of a concentrate of carotene from carrots juice, by reorganization carotene of a coagulate, with use hydrophilic, oligomer of protein - carriers, the selection of protein - carriers is proved from the point of view of their physics - chemical properties, participation of biopolymers during a complexing. The mathematical model of the analysis of temperature in a left-luggage office of carrots is received with the purpose of prevention of decay of raw material and losses of carotene. The technology of reception carotene of a concentrate designed, the regimen of addition and quantity of protein - carriers is

15

offered at the moment of extraction of carotene from carrots juice. The list of yields is submitted which are possible are to enriched with carotene by a concentrate. The prescription quantities of builders an admixture enriched by a concentrate sectional. The technique - economic substantiation of the offered technology carotene of a concentrate is given.

**Key words:** carotene, hydrophilic, oligomer, protein - carrier, biopolymers, technology, carotene a concentrate, carotene a coagulate, analysis of temperature, extraction, enrichment.